

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

Hornicko-geologická fakulta

Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Ostrava 2015

František Heger

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

Hornicko-geologická fakulta
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

REKONSTRUKCE PRIMÁRNÍHO UZLU DRCENÍ

**THE RECONSTRUCTION OF THE PRIMARY NODE FOR
GRINDING**

Bakalářská práce

Autor:

František Heger

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. František Helebrant, CSc.

Ostrava 2015

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

Zadání bakalářské práce

Student: **František Heger**
Studijní program: B2102 Nerostné suroviny
Studijní obor: 2102R012 Využívání zdrojů stavebních nerostných surovin
Téma: **Rekonstrukce primárního uzlu drcení**
The Reconstruction of the Primary Node for Grinding

Zásady pro vypracování:

Úvod

1. Rešerši a analýzu dané problematiky jak po stránce konstrukčních uzlů, tak řídicích systémů a energetické náročnosti
 2. Ideový a technický návrh řešení konstrukční modernizace a inovace
 3. Konkrétní návrh řešení do daných provozních podmínek
 4. Vyhodnocení přínosů navrženého postupu po stránce kvalitativní i kvantitativní
- Závěr

Rozsah práce: 25 - 30 stran textu, 3 - 5 stran grafických příloh.

Seznam doporučené odborné literatury:


*Technická a technologická dokumentace současného primárního drcení na lomu
POPD dané lokality*
DINTER, O.: *Drcení a mletí*, SNTL Praha 1962
DOJČÁR, O.: *Dobývání a zpracování kameňa*, VŠT Košice 1984
NOVÁČEK, J.: *Technologie úpravy*, VŠB - TU Ostrava 2000

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. František Helebrant, CSc.**

Datum zadání: 31.10.2014

Datum odevzdání: 30.04.2015


doc. Ing. Petr Žůrek, CSc.
vedoucí institutu




prof. Ing. Vojtěch Dimer, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

- Celou bakalářskou práci včetně příloh jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu. Přílohy č. 1 a č. 3, dané mi k dispozici, jsem samostatně doplnil.
- Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 20. 2. 2015



František Heger

Anotace

Cílem mé bakalářské práce je návrh rekonstrukce primárního uzlu drcení.

Tato práce řeší popis a vyhodnocení současného zastaralého a již nevyhovujícího stavu primárního uzlu drcení. Dále pak návrh na rekonstrukci a modernizaci tohoto technologického uzlu. Toto navrhované řešení by mělo pomoci dosáhnout optimálního vyvážení výkonu výroby primárního a sekundárního uzlu drcení z důvodu absence tunelové skládky mezi těmito uzly. Úpravou by mělo dojít ke snížení prostojů sekundárního uzlu drcení, které se v současné době vyskytují, a tím ke zvýšení výkonu celé technologické linky.

Závěr práce je věnován zhodnocení technicko-ekonomického a ekologického přínosu navrhovaného řešení.

Klíčová slova: Primární uzel drcení, rekonstrukce, technologická linka, drtič

Abstract

The present bachelor thesis is aimed to design the primary crushing node reconstruction.

The thesis describes and evaluates the current obsolete and no longer satisfying condition of the primary crushing node. The designed reconstruction and upgrade of this technology node are also covered. The proposed solution is supposed to help achieve the optimum balancing of the primary and secondary crushing nodes' outputs due to the absence of the tunnel stockyard between these nodes. The modification should result in reducing the secondary crushing node down times which currently occur, while increasing the overall technology line output.

The technical-economic and environmental benefits of the proposed solution are evaluated at the end of the thesis.

Key words: Primary crushing node, reconstruction, technology line, crusher

Obsah

Úvod.....	0
1 Stručná geografická, hydrogeologická, geologická a petrografická charakteristika ložiska.....	2
1.1 Geografická charakteristika ložiska	2
1.2 Hydrogeologická charakteristika	2
1.3 Geologická a petrografická charakteristika ložiska	3
2 Stávající technologie těžby a dopravy	4
2.1 Dobývací metoda	4
2.2 Technologie dopravy.....	6
2.3 Technologická linka	6
3 Primární drtírna	7
4 Sekundární úpravna.....	8
4.1 Sekundární drtírna.....	8
4.2 Sekundární třídírna.....	9
5 Terciální úpravna	10
6 Opatření k zamezení prašnosti	12
7 Shrnutí současného stavu a vyhodnocení problémových míst na primárním uzlu drcení	12
8 Hlavní požadavky na návrh rekonstrukce primárního uzlu drcení a propočty úspor.....	13
8.1 Propočet úspor.....	13
9 Návrh řešení	14
9.1 Primární úpravna.....	15
9.2 Primární drtič	16
9.3 Deskový podavač	16
10 Výběr vhodného primárního čelistového drtiče	18
10.1 Parametry drtiče	18
11 Stručný ekonomický a ekologický přínos navrhovaného řešení.....	20
11.1 Technicko - ekonomický přínos řešení	20

11.2	Ekologický přínos řešení.....	21
12	Závěr	22
	Seznam použité literatury:.....	23
	Seznam obrázků:	24
	Seznam tabulek:	25
	Seznam příloh:	26

Seznam použitých zkratk

č.	Číslo
ČBÚ	Český báňský úřad
čj.	Číslo jednací
ČMŠ	Českomoravský štěrk
DP	Dobývací prostor
HGF	Hornicko – geologická fakulta
ISO	International Organization for Standardization
m.s ⁻¹	Metry krychlové
nth	Motohodiny
mm	Milimetr
m n.m.	Metry nad mořem
OBÚ	Obvodní báňský úřad
POPD	Plán otvírky, přípravy a dobývání
t.	Tuna
t.h ⁻¹	Tuna za hodinu
VŠB – TUO	Vysoká škola báňská – Technická universita Ostrava

Cíle práce

Cílem mé bakalářské práce je navrhnout jedno z možných řešení rekonstrukce primárního uzlu drcení v kamenolomu Výkleky. Toto téma jsem si zvolil proto, že stávající stav primárního uzlu drcení v současné době není schopen zajistit množství podrceného materiálu, který je schopen zpracovat následující sekundární uzel drcení. To by mohlo způsobit zbytečné prostoje ve výrobě a tím navýšení nákladů provozovny. Proto se ve svém návrhu rekonstrukce primárního uzlu drcení zaměřuji na změnu primárního drtiče. Jako výstup očekávám maximální využití plynulosti výroby technologické linky.

Úvod

První zmínka o těžbě kamene z ložiska Výkleky je z roku 1786. Ručně uvolněné a rozbité kusy kamene byly používány na výstavbu a zpevnění podloží tehdejších cest a na stavbu pevných mostků. V roce 1878 vlastnila lom obec ,ta dodala jako vlastník zdarma kámen na stavbu okresní silnice v katastru obce Výkleky. Od roku 1892 začala obec prodávat kámen. Dodávala ho v podobě tzv. kočičích hlav na dlažbu ulic města Lipníka nad Bečvou a Přerova. Ruční dobývání nebylo efektivní a tak roku 1902 pronajala obec lom kamenickému mistrovi Antonínu Srnovi. Ten zde začal vyrábět obrubníky, chodníkové desky , dlažební kostky, hrubý stavební kámen a z jeho odpadu prodával štěrk. Za první republiky se zde vyrobily miliony dlažebních kostek na povrchovou úpravu silnic Přerovska a Olomoucka. I v této době jsou zdejší kamenické výrobky součástí některých historických a významných staveb v okolí.

V období , kdy zuřila první světová válka, byla pozastavena těžební činnost. V roce 1925 došlo ke změně majitele Výkleckého kamenolomu, kterými se stali bratři Karel a Jan Jaškovi. Bratři Jaškové měli kamenolom ve vlastnictví dlouhé období až do roku 1993.



Obrázek č. 1: Počátky mechanizace kolem roku 1925 (archiv F. Heger)

V tomto dlouhém období došlo k výrazným změnám výrobního procesu a tím také k zefektivnění výroby. Již v roce 1929 zde začali používat první elektrický drtič zakoupený ve Francii. I když byl velmi poruchový, dokázal mnohonásobně zvýšit pracovní výkony a snížit těžkou namáhavou práci.

V roce 1966 byl již celý výrobní proces postupně zmechanizován a výrobní kapacita vzrostla až na 1000 t. denně při počtu 22 zaměstnanců. Produkce se začala více zaměřovat na výrobu drceného kameniva pro stavební účely a dosavadní výroba kamene pro hrubou kamenickou výrobu se pomalu stala jen doplňkovým sortimentem.[1]

Novým vlastníkem kamenolomu se stala v roce 1993 společnost Štěrkovny a pískovny Olomouc, n.p. Tato společnost se několikrát transformovala. V současné době patří kamenolom společnosti Českomoravský štěrk a. s., Heidelberg Cement group. Díky zdejšímu kvalitnímu ložisku moravské droby je výroba zaměřena výhradně na výrobu drceného kameniva pro stavební účely. V případě potřeby lomového kamene pro vodní stavby lze dodávat i tento produkt. Výrobky se také používají do kolejových loží ,na výrobu asfaltových směsí ,betonových směsí a výrobu mechanicky zpevněné kameniva.

Provozovna se nachází asi 20 km východním směrem od Olomouce a severovýchodně asi 15 km od Přerova, nedaleko rychlostní komunikace mezi Olomoucí a Ostravou v blízkosti obce Výkleky.



Obrázek č. 2: Mapa umístění kamenolomu Výkleky (zdroj ČMŠ)

1 Stručná geografická, hydrogeologická, geologická a petrografická charakteristika ložiska

1.1 Geografická charakteristika ložiska

Ložisko se nachází v Olomouckém kraji v okrese Přerov na katastrálním území obcí Velký Újezd, Výkleky a Staměřice. Kamenolom leží na severovýchodním okraji obce Výkleky. Kamenolom je komunikačně velmi dobře přístupný, leží v blízkosti silnice spojující Potštát – Výkleky – Přerov a v blízkosti velkých průmyslových měst – Hranice, Olomouc a Přerov. V blízkosti kamenolomu také probíhá rychlostní komunikace R 46 ve směru Olomouc – Ostrava. Nejbližší železniční stanice je až v městě Lipník nad Bečvou, vzdáleného cca 8 km.

Na ložisko Výkleky byl stanoven dobývací prostor Velký Újezd (ev. č. 704879). Dobývací prostor byl stanoven rozhodnutím OBÚ Brno, č. j. 08 – 2265/97 – 465.



Obrázek č. 3: Letecký snímek kamenolomu Výkleky 2009 (zdroj ČMŠ)

1.2 Hydrogeologická charakteristika

Ložisko Výkleky má hydrogeologické poměry jednoduché až středně obtížné. V případě dalšího zahloubení na úroveň 315 m n.m. se očekávají středně obtížné hydrogeologické poměry. Ložisko se nachází v úrovni místní erozivní základny, kterou představuje potok Říka, který protéká JV směrem v nadmořské výšce 350 – 330 m n. m.

Dalším povrchovým tokem obtékající ložisko SZ směrem je potok Kyjanka. Báze spodní etáže je 330 m n.m., přítok vody do této etáže je maximálně $0,2 \text{ l/s}^{-1}$. Přítok vody závisí na množství srážek, voda na bázi spodní etáže je odváděna do jímky, ze které je na základě platného vodoprávního rozhodnutí odčerpávána do toku Říka. Část důlních vod je také využívána pro zkrápění na technologické lince a komunikací v kamenolomu. Nad ložiskem nejsou nádrže povrchových vod ani zde nejsou žádná prameniště pitných nebo minerálních vod.

1.3 Geologická a petrografická charakteristika ložiska

Ložisko těženého stavebního kamene v kamenolomu Výkleky je součástí moravických vrstev kulmu Oderských vrchů a Nízkého Jeseníku, stratigraficky řazených do spodního karbonu.

Ložisko je rozfáráno třítážovým jámovým lomem protaženým SV – JZ směrem v délce zhruba 700 m a maximální šířce 180 m. Výšky lomových stěn se pohybují v rozmezí 10 m až 24 m s nadmořskými výškami bází:

- 372 m n. m. – skryvková etáž
- 348 m n. m. – 1. (svrchní) etáž
- 330 m n. m. – 2. (spodní) etáž

Těženou surovinou je jemnozrnná modrošedá droba, při povrchu hnědozelené a žlutohnědé barvy. Ve svrchní etáži částečně zvětralá, deskovitě odlučná, s hojnými polohami slepenců o mocnostech 0,1-10,0 m. Slepence jsou drobnozrnné s drobovým tmelem, modrošedé, ve svrchní etáži jsou středně až silně zvětřelé do hloubky cca 3,0 m. Výjimečně se vyskytují vložky jílových břidlic o mocnosti 2 až 5 cm.

Mocnost skryvky se pohybuje od 0,5 m do 3,5 m. Úklon vrstev se pohybuje v rozmezí od 30° do 45° severozápadní směrem. Pruh drob se zužuje z 205 m na 170 m, protože se v ložisku nachází tektonická porucha, která má za následek posun vrstev cca o 35 m. [2]



Obrázek č. 4: Tektonická porucha (foto F. Heger)

2 Stávající technologie těžby a dopravy

2.1 Dobývací metoda

Ložisko Výkleky je dobýváno povrchovou strojní metodou. Průměrná výška lomové stěny je 21 metrů. Těžba v kamenolomu probíhá na dvou lomových etážích a na jedné skrývkové etáži. Při dobývání jsou dodržovány veškeré báňské a s nimi související předpisy, zejména zákon č. 44/1988 Sb. o ochraně nerostného bohatství (Horní zákon) [3] ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 61/1988 Sb., O hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské zprávě, ve znění pozdějších předpisů a zákonů vyplývající prováděcí vyhlášky pro oblast využívání nerostných surovin [4].

Hornina je pro těžbu rozpojována trhacími pracemi velkého rozsahu. Tyto trhací práce jsou většinou třířadé, výjimečně čtyřřadé clonové odstřely. Vrtací a trhací práce v současnosti zajišťuje dodavatelská firma STV group. (viz obrázek 5). K nabíjení záhlavních vrtů se používá většinou nabíjecí vůz. Patní vrty se používají jen v případech s horšími geologickými podmínkami.



Obrázek č. 5: Vrtací souprava Atlas Copco ROC L6 (foto F. Heger)

V případě potřeby sekundárního rozpojování nadrozměrných kusů se tato činnost provádí většinou pomocí rypadla dodavatele nakládky a navážky rubaniny. Rypadlo Komatsu PC 350 LC s bouracím kladivem značky FRD. (viz obrázek 6). V průběhu těžby jsou nadrozměrné kusy odváženy na určené místo, kde se později rozbíjí na menší kusy.



Obrázek č. 6: Využití bouracího kladiva (foto F. Heger)

2.2 Technologie dopravy.

Těžbu a dopravu v kamenolomu zajišťuje dodavatelská firma. Těžba rozpojené rubaniny z rozvalu je prováděna pomocí podkopového rypadla Komatsu PC 350 LC , nebo rypadla BROYT D 600. Technologická doprava rubaniny k technologické lince se provádí pomocí jednoho třicetitunového a jednoho čtyřicetitunového dempru EUCLID R 32 a R40 (viz *obrázek 7*). V rámci dopravy suroviny na technologické lince se využívá pásových dopravníků. Vyvážku hotových výrobků na zemní skládky se provádí speciálním nákladním automobilem MAN 8 x 4 o nosnosti 30 t. V případě poruchy má dodavatel k dispozici ještě jeden záložní kloubový dempr VOLVO A35, který lze využít jak pro navážku rubaniny tak i pro vyvážku hotových výrobků na skládky. Expediční nakládku hotových výrobků provádí čelní kolový nakladač LIEBHERR L556 s lopatou o objemu 3,5 m³.



Obrázek č. 7: Dempr Euclid R 35 a rypadlo Broyt D 600 (foto F. Heger)

2.3 Technologická linka

Technologická linka v kamenolomu Výkleky byla postavena v roce 1976. Od tohoto roku sloužila pro výrobu drceného kameniva bez větších zásahů a úprav do roku 2009. V době vzniku byla tato linka navržena jen jako dvoustupňové drcení. Převážně se vyráběly frakce 0/32, 0/63, 0/90, 0/125.

Tyto frakce tvořily 90% objemu celkové produkce technologické linky. Dalších 10% výroby tvořila výroba drobných frakcí 0/4, 4/8, 8/16, 11/22. Postupem vývoje trhu v oblasti kamenolomu bylo nutné udělat rekonstrukci celé technologické linky. Na zastaralé technologické lince toto množství s ohledem na vysoké požadavky kvality výrobků již nebylo možné vyrábět. Rekonstrukce proběhla v roce 2009. Uspořádání technologické linky po rekonstrukci nám ukáže technologické schéma (*viz příloha 3*) a celkový pohled na technologickou linku. (*viz obrázek 8*).



Obrázek č. 8: Pohled na technologickou linku (foto F. Heger)

3 Primární drtírna

Vytěžená rubanina je navážena pomocí jednoho třicetitunového a jednoho čtyřicetitunového dempru EUCLID R 32 a R40 do násypky primárního drtírny. (*viz obrázek 9*).

Z této násypky je pomocí deskového podavače podávána do jednovzpěrného čelistového drtiče DCJ 1000 x 800. Výrobce drtiče jsou Přerovské strojírny Přerov. Drtič byl vyroben a instalován v roce 1976. Nad drtičem je instalováno zdvihací zařízení o nosnosti 5 t.

Tímto zařízením lze v případě potřeby manipulovat ze zaklíněnými kameny v násypce , nebo provádět potřebné manipulace v případě oprav v drtiči , podavači a násypce.



Obrázek č. 9: Primární drtírna (foto F. Heger)

Primární uzel drcení a celkový chod technologické linky je obsluhován ze speciální odhlučněné a klimatizované kabiny. Obsluha má dobrý výhled do drtící komory primárního drtiče. Na ostatní důležité místa má omezený a nedostatečný výhled. Z výstupu primárního drtiče je rubanina dopravována pomocí tří dopravníků o šířce 800 mm na odhliňovací třídič Sandvik FREE FLOO. Na tomto třídíči se odtřídí materiál 0/8 a zbytek padá do zásobníku nad sekundárním drtičem.

4 Sekundární úpravna

Sekundární úpravnu lze rozdělit na sekundární drtírnu a sekundární třídírnu.

4.1 Sekundární drtírna

Pro sekundární drcení je na technologické lince používán kuželový drtič Sandvik CH430 EC. (viz obrázek 10) . Materiál do tohoto drtiče je podáván vibračním podavačem ze zásobníku. Tento moderní kuželový drtič se používá k drcení tvrdých materiálů, jako je droba, žula apod.

Drtič je používán k podrcení suroviny na požadovanou velikost, nebo pro přípravu materiálu pro další stupeň drcení. Nastavení požadované drtící štěrby na tomto drtiči je pomocí dálkového ovládacího ASRI modulu z místa obsluhy primárního drtiče. Tím lze rychle změnit výstupní produkt z drtiče a zároveň monitorovat a archivovat jeho provozní údaje.

Z výstupu sekundárního kuželového drtiče je materiál dopravován dopravním pásem o šířce 800 mm na sekundární třídírnu.



Obrázek č. 10 : Sekundární drtírna (foto F. Heger)

4.2 Sekundární třídírna

Na sekundární třídírně je použitý 3 sítový třídič Sandvik CS 86T o rozměrech třídící plochy 1 800 x 5 000 mm. (viz *obrázek 11*) Pohon tohoto vibračního třídiče s eliptickým pohybem skříně tvoří jedna hřídel z nevyvažky pod středem skříně.

Tento třídič slouží k odtržení frakce 0/2 , 2/32 , 32/63 a 63/125. Dle výrobce je výkonnost tohoto třídiče při okatosti 65 mm 200 t.h⁻¹. Tato výkonnost je však závislá na mnoha dalších faktorech.

V případě technologické linky v kamenolomu Výkleky je to nedostatek podrceného materiálu ze sekundárního drtiče. To souvisí z malým výkonem zastaralého primárního drtiče. Uzel mezi primárním a sekundárním drcením není dostatečně vyvážen.



Obrázek č. 11 : Sekundární třídírna - třídíř CS 86 T (foto F. Heger)

5 Terciální úpravna

Frakce 2/32 a podle potřeby i 32/63 je dopravním pásem o šířce 800 mm dopravena ze sekundárního třídíře do zásobníku nad kuželový terciární drtič. Do terciálního kuželového drtiče Sandvik CH430 MF je materiál dopravován pomocí vibračního podavače. Podrcený materiál jde pomocí pásového dopravníku na terciální dynamický třídíř SDT v dvousítném provedení o rozměrech 2200 mm x 4000 mm. (viz obrázek 12) Pohon tohoto vibračního třídíře s přímočarým pohybem skříně tvoří dva protisměrně rotující hřídele s nevyváženými hmotami. Dle výrobce je výkonnost třídíře při okatosti 25 mm 150 t.h^{-1} . V případě materiálu o vyšší vlhkosti je výkonnost třídíře 100 t.h^{-1} . Z tohoto třídíře lze v případě potřeby pomocí uzavřeného okruhu předrcovat frakci 11/22 a 16/32.

Roztříděný materiál pokračuje pomocí pásových dopravníků část do expedičních zásobníků a část na finální třísítný třídíř Sandvik CS 86T . (viz obrázek 13)

Roztříděné frakce pomocí malých dopravníků šíře 650 mm jdou do expedičních sil o objemu 80 m³. Tyto materiály jsou pak expedovány ,nebo vyváženy na zemní skládky hotových výrobků pomocí nákladního auta MAN o nosnosti 30 t. Expedice hotových výrobků ze zemních skládek je prováděna čelním kolovým nakladačem LIEBHERR L 556.



Obrázek č. 12: Terciární třídírna - třídič SDT (foto F. Heger)



Obrázek č. 13: Finální úpravna - třídič CS 86 T (foto F. Heger)

6 Opatření k zamezení prašnosti

Pro maximální zamezení prašnosti technologické linky je nainstalováno mlžící zařízení. Voda je přiváděna soustavou potrubí a trysek na místa se zvýšeným zdrojem prašnosti. Tato místa jsou vstupy do všech drtičů, primární násypka a výpustě z expedičních sil. Toto mlžení se spouští automaticky při chodu podavačů do vstupů drtičů, sklápění demprů a nasypávání z expedičních zásobníků. Pro další omezení prašnosti jsou dopravní pásy a přesypy zakrytovány kryty Kapotex.

Eliminování sekundární prašnosti hlavně v letních měsících na lomových komunikacích se provádí kropícím vozem Škoda 706 RTO. Lomové komunikace se udržují v neustále vlhkém stavu. Čištění příjezdové komunikace třetí třídy zajišťuje specializovaná dodavatelská firma vlastníci moderní zametací a kropicí vůz.

7 Shrnutí současného stavu a vyhodnocení problémových míst na primárním uzlu drcení

Technologická linka jako výrobní celek je celkem dobře nastavena a vyhovuje dnešním požadavkům na výrobu kvalitního drceného kameniva. Technický stav některých částí ocelových konstrukcí je po rekonstrukci proveden v pozinkovaném provedení a zbytek technologie je opatřen nátěrem. Mezi hlavní problém tedy patří:

- zastaralý a málo výkonný primární uzel drcení
- při požadované nastavené výstupní šterbině primárního drtiče je maximální výkonnost 100 t.h^{-1} .
- nemožnost docílit plynulého zásobování podrceného materiálu do sekundárního uzlu drcení a tím nevyužití výkonu sekundárního drtiče
- vysoká časová a fyzická náročnost při nastavování drtící šterbiny primárního drtiče DCJ 1000 x 800 při změně těžebního místa

8 Hlavní požadavky na návrh rekonstrukce primárního uzlu drcení a propočty úspor

Rozhodnutí vedení společnosti Českomoravský Štěrk a.s. na realizaci rekonstrukce primárního uzlu drcení v kamenolomu Výkleky, byly stanoveny hlavní požadavky takto:

- rozpočet rekonstrukce do maximální výše 5 milionů Kč
- navýšení výrobní kapacity technologické linky na 200 t.h^{-1} při zachování stávajícího sekundárního drtiče
- instalace nového výkonnějšího primárního drtiče
- maximální využití stávajících vyhovujících ocelových konstrukcí
- minimalizace ekologických dopadů při provozu úpravnické linky

K dispozici tedy máme jasné zadání pro návrh rekonstrukce primárního uzlu drcení. Z tohoto zadání vyplývá potřeba najít nový výkonnější primární drtič. Ten bude zabudován podle možností na stávající místo starého primárního drtiče. Dále bude potřeba posoudit použitelnost stávajících ocelových konstrukcí. Následně by se měl vybrat dodavatel, který provede celou rekonstrukci dle zadaných vstupních parametrů.

8.1 Propočet úspor

Tabulka č. 1: Porovnání výkonností navazujících drtících stupňů

	Výkonnost drtiče $[\text{t.h}^{-1}]$	Motohodiny drtiče [mth]
Primární drtič	100	1 850
Sekundární drtič	180	1 400

Údaje o motohodinách a tunách jsou převzaty z monitorovacího systému využívaného na provozovně Max Komunikátor

Prostoje sekundárního drtiče podle tabulky č.2 jsou 450 mth

Možná vyšší výkonnost $450 * 180 = 81\,000$ t.

$\text{mth} * \text{t.h}^{-1} = \text{t. vyrobené za rok navíc}$

Možný vyšší zisk $81\,000 * 25 = 2\,025\,000$ Kč

t. vyrobené za rok navíc * průměrný zisk z 1.t. = možné navýšení zisku při stejných odpracovaných hodinách.

Navýšení ročního zisku je 2 025 000 Kč za stejné provozní hodiny.

Návratnost rekonstrukce je cca 2,5 roků.

Nakládka a navážka rubaniny je dodavatelskou firmou. Cena je dána za podrcenou tunu.

Tím by vznikla úspora i dodavatelské firmě. Více tun za stejné odpracované hodiny a stejné mzdy. Lepší využití rypadla a dempru, malé navýšení PHM a opotřebení strojů.

9 Návrh řešení

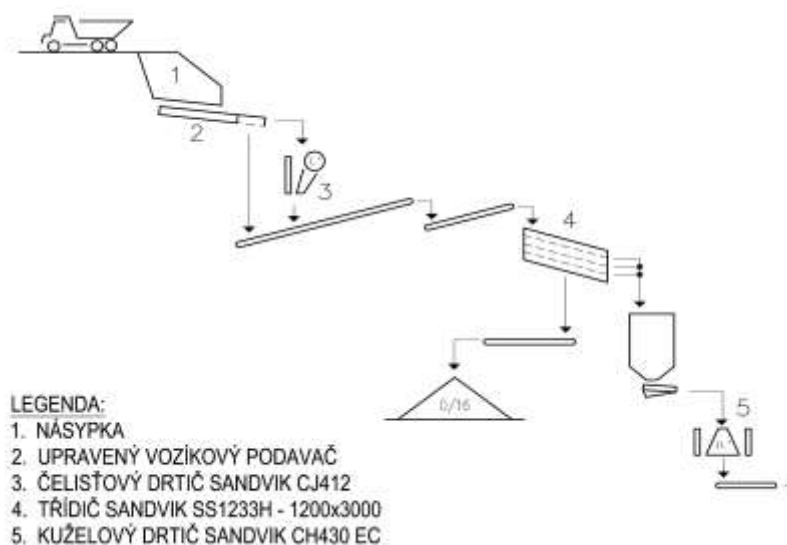
Mnou navrhované řešení vychází především z mojí dobré znalosti současných výkonových možností celé technologické linky a znalosti prostorových možností pro instalaci výkonnějšího primárního drtiče. Dále bych chtěl využít stávající pásové dopravníky dopravující podrcený materiál z primárního drtiče do sekundárního uzlu drcení.

9.1 Primární úpravna

Dle mého návrhu rekonstrukce je jednou z podmínek zachování stávajícího zásobníku před primárním drtičem. Pokud bude nový vybraný drtič podobných montážních rozměrů a hmotností, tak zachovat co nejvíce nynějších ocelových konstrukcí a betonových základů pod drtičem. Hmotnost základů čelistových drtičů bývá desetinásobkem až dvacetinásobkem hmotnosti drtiče [5]. V ocelových konstrukcích navrhuji vylepšení. Doporučuji rozšířit ochozové lávky kolem drtiče z důvodu lepšího přístupu k drtiči a bezpečnou činnost spojenou z jeho údržbou a případným servisem do budoucna. Za dost důležité považuji nainstalovat odhliňovací prstový rošt mezi stávající deskový podavač a nový primární drtič. Při podávání rubaniny do drtiče se zde oddělí podštěrbinový materiál, do drtící komory primárního drtiče půjde vhodnější materiál. Pod tímto prstovým odtříděním bude nainstalován kapsový skluz. Ten svede tento materiál pod výstup primárního drtiče na dopravníkový pás.

Toto řešení ochrání gurtu tohoto pásu před zbytečným prosekáním ostrého podrceného materiálu z výstupu primárního drtiče. Na pás bude nejdříve padat drobný nedrcený materiál a na něj následně podrcený z primárního drtiče. Zároveň se tímto odtříděním zvýší výkonnost tohoto uzlu drcení. Ta by měla dosahovat průměrné hodnoty 200 t.h⁻¹.

Od primárního drtiče bude materiál dopravován dvěma navazujícími dopravními pásy širé 800 mm na sekundární uzel drcení. (viz *obrázek 14*). Na druhém z těchto pásů je nainstalována pásová váha. Tato váha přenáší okamžitou hodinovou váhu a ta se zaznamenává v denní produkci primárního drtiče.



Obrázek č. 14: Návrh technologického schématu primární úpravny (autor F. Heger)

9.2 Primární drtič

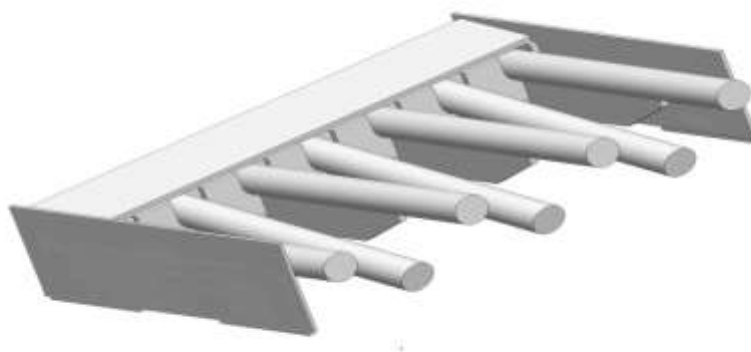
Při výběru nového primárního drtiče je nutno zohlednit požadavek na velikost vstupní rubaniny a hodinový výkon tohoto drtiče. Materiál do drtiče bude podáván přes navrhovaný prstový rošt. Aby bylo zajištěno drcení kameniva z plnou drtící komorou bude nad drtičem nainstalován laserový snímač výšky hladiny, který bude přes frekvenční měnič měnit rychlost deskového podavače a tím i množství vstupního materiálu.

9.3 Deskový podavač

Pod primárním zásobníkem je nainstalován deskový podavač, který podává materiál přes pevný rošt, který se nyní ucpává. Od tohoto roštu padá materiál z výšky skluzem na dopravní pás na podrcený materiál z primárního drtiče. Tento pevný rošt je nepohyblivý a tak se při vlhkém materiálu ucpává. Navrhují nový tvarově vylepšený rošt. Tento rošt se po menší úpravě připevní na stávající deskový podavač. Vlivem pohybu a tvarem prstů se zmenší možnost lepení mokrého materiálu a ucpáváním mezi jednotlivými prsty.



Obrázek č. 15: Stávající pevný prstový rošt (autor F. Heger)



Obrázek č. 16: Návrh prstového roštu (autor F. Heger)

10 Výběr vhodného primárního čelistového drtiče

Pro mnou navrhované řešení jsem oslovil několik dodavatelů čelistových drtičů. Metso, Sandroch, Power Screen a PSP Engineering a.s. Cenově a garantovanými zárukami byly nabídky velmi vyrovnané. Vzhledem k podobným parametrům a výkonům těchto drtičů jsem přihlédl ke značce Sandvik.

Na provozovně jsou už nyní nainstalované dva kuželové drtiče a tři třídiče od tohoto výrobce. Z přihlédnutím na dobré zkušenosti ze servisem Sandroch, jsem vybral tuto značku. Firma Sandroch je v České republice výhradní zástupce Švédské firmy Sandvik. (viz obrázek 16)



Obrázek č. 17: Obrázek drtiče Sandvik CJ 412 (Sandvik Jaw Crushers)

10.1 Parametry drtiče

Mnou vybraný navržený drtič je jednovspěrný čelistový CJ 412. Rozměr vstupního otvoru 1200 x 830 mm a výstupní štěrby 70 až 220 mm. (viz obrázek 18) Je vybavený centrálním mazáním ložisek setrvačníků a kyvadla. Vzpěrná deska je v odvalovacích pánvicích bez potřeby mazání. Tato deska je uprostřed zeslabená a slouží jako ochrana proti nedrtitelnému předmětu. (např. ulomený zub z rypadla, nebo z nakladače)

Tabulka č. 2: Tabulka výkonností drtičů (Sandvik Jaw Crushers)

Closed side setting (CSS)		Crusher model						
mm	in	CJ208	CJ209	CJ211	CJ408	CJ409	CJ411	CJ412
30	1 1/8	50-60 (55-70)	60-75 (65-80)					
40	1 5/8	55-80 (65-85)	70-95 (75-105)	80-110 (90-120)				
50	2	65-95 (75-105)	85-115 (95-130)	95-135 (105-150)	75-110 (85-120)	85-115 (95-125)		
75	3	90-137 (97-151)	115-170 (127-187)	127-192 (140-212)	95-150 (105-165)	100-160 (110-175)	150-200 (165-220)	165-220 (180-245)
100	4	110-175 (125-195)	140-215 (150-240)	160-250 (175-275)	115-180 (125-200)	125-200 (140-220)	200-265 (220-290)	220-290 (240-320)
125	5	135-220 (150-240)	170-270 (185-300)	195-310 (215-340)	140-210 (155-230)	150-235 (165-260)	245-325 (270-360)	270-355 (300-390)
150	6	160-260 (180-285)	200-320 (220-355)	230-370 (250-410)	160-250 (175-275)	175-275 (195-305)	295-390 (325-430)	325-430 (360-475)
175	7		240-380 (264-419)	265-430 (290-475)	180-285 (200-315)	200-320 (220-350)	340-445 (375-490)	385-505 (425-555)
200	8			300-490 (330-540)			385-505 (425-555)	445-580 (490-640)
225	9						430-565 (475-625)	495-650 (545-715)

Překlad k tabulce : Closed side setting (css) – nastavená výstupní štěrba

Crusher model – Typ drtiče

Drtič je vybaven hydraulickým seřizováním drtící štěrby. Vše je automatizováno a ovládá se pomocí dvou tlačítek. Jedním se štěrba zmenšuje a druhým se zase zvětšuje. Musí se provádět na prázdném běžícím drtiči bez drceného materiálu. Nejprve dva hydraulické válce povolí předpětí táhlových vratných pružin a potom další dva větší hydraulické válce působí na protiběžné klíny, které posunují pánvici směrem ke kyvadlu a od něj. Tím se nastavuje požadovaná výstupní štěrba. Nastavení je rychlé a snadné pro obsluhu. Požadovaná štěrba se měří pomocí gumového kotouče zvoleného průměru. Tento kotouč je zavěšen na ocelovém lanku a spouští se do výstupní štěrby drtiče. Při doteku kotouče mezi pevnou a pohyblivou čelistí je nastavena správná výstupní štěrba. Vše je hotovo během pár minut bez potřeby náradí a manuální těžké práce. [4] Dalším důležitým parametrem je výkon tohoto drtiče při požadovaných výstupních štěrbinách.

11 Stručný ekonomický a ekologický přínos navrhovaného řešení

11.1 Technicko - ekonomický přínos řešení

Navrhovaná úprava primárního uzlu drcení musí splňovat požadavky na rozpočet 5 milionů Kč. Rekonstrukce tak velkého rozsahu je v současné fázi těžko vyčíslitelná. Byly poptány odborné firmy na realizaci tohoto zadání a odhadovány náklady jsou vyčísleny takto:

Tabulka č. 3: Rozpis nákladů na rekonstrukci

Nové ocelové konstrukce a úpravy stávajících	600,- tis. Kč
Primární drtič Sandvik CJ 412	3.550,-tis. Kč
Vstupní násypka do drtiče	200,-tis. Kč
Vibrační podavač pod drtičem	250,-tis. Kč
Prstový rošt	50,-tis. Kč
Montážní práce	300,- tis. Kč
Zemní práce	20,- tis. Kč
Elektro práce	30,- tis. Kč
Celkem	5.000,-tis.Kč

Návratnost celé investiční akce očekávám v následujících cca 2,5 letech. Napovídá tomu především kalkulace prostojů následujících částí technologické linky za primárním uzlem drcení.

Provozovna Výkleky je v rámci skupiny Českomoravský Štěrk a.s. dobře geograficky situovaným kamenolomem. Hlavní ekonomický přínos popsané investice je tedy založen na zvýšení celkové výroby technologické linky při zachování stejných odpracovaných hodin a hospodárném využití instalovaných výrobních kapacit strojního zařízení.

11.2 Ekologický přínos řešení

Rekonstrukce primárního uzlu drcení v kamenolomu Výkleky s sebou přinese i určitý vliv na životní prostředí. Ten bude jak pozitivní, tak i negativní. Hlavní prioritou firmy Českomoravský Štěrk a.s. je neustálé snižování ekologické zátěže a také negativních dopadů povrchové těžby na životní prostředí. V rámci rekonstrukce primárního uzlu drcení bude neustále kladen maximální důraz na zmírnění negativních dopadů.

V první řadě bude za stejný časový úsek vytěženo a vyrobeno větší množství materiálu. Nebude se muset při zvýšeném odbytu hotových výrobků prodlužovat výrobní doba a tím se sníží produkce hluku od všech těžebních a výrobních strojů. Klesne spotřeba silové elektrické energie. Sníží se nároky na spotřebu důlní vody využívané v teplých měsících ke zkrápění dopravních cest a technologické linky.

Jak jsem již uvedl v předcházejícím textu, tak hlavním požadavkem je navýšení a kontinuální chod celé technologické linky. To s sebou přinese i několik negativních dopadů na životní prostředí. Lze očekávat mírně zvýšenou frekvenci navážkových vozidel, v našem případě demprů, které jsou zdrojem zvýšené hlučnosti a prašnosti. Také celkové zvýšení hluku vznikajícího od výrobního zařízení. Při kontinuálním drcení a pohybu materiálu po technologické lince vzniká více hluku, než pokud jede část výrobní linky bez materiálu.

Vlivem hospodárného využití pracovní doby a zvýšením výrobní kapacity dojde k dřívějšímu vytěžení ložiska Výkleky. Na základě toho budou započaty v kratším časovém horizontu rekultivační práce v tomto těžbou zasaženém území. Po jejich ukončení by měly podle plánu sanací a rekultivací sloužit prostory kamenolomu k rekreačním účelům.

12 Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo navrhnout rekonstrukci primárního uzlu drcení v kamenolomu Výkleky. Cíle mé bakalářské práce jsem splnil v plném rozsahu.

Je zde tedy navržena jedna možná varianta úpravy primárního uzlu drcení tak, aby splňovala stanovené požadavky. Tato práce také postupně popisuje návrhy změn na tomto uzlu drcení.

Tyto změny zajistí odstranění zbytečných prostojů následujících stupňů drcení a třídění technologické linky. Tím bude zajištěno maximální využití strojního zařízení a zvýšení produkce hotových výrobků za stejnou odpracovanou dobu.

V případě větší poptávky trhu na vyrobený podrcený materiál bude dalším velkým přínosem menší navýšení výrobního času oproti stávajícímu zastaralému primárnímu uzlu drcení. V neposlední řadě se práce věnuje zhodnocení ekologických dopadů této navrhované rekonstrukce části technologické linky.

Při předpokládané životnosti ložiska do roku 2070 a při očekávaném nárůstu stavebního trhu v okolí kamenolomu Výkleky se mnou navrhovaná investice vyplatí. I v případě kdy dojde ke snížení spotřeby drceného kameniva a tím souvisejícího poklesu výroby nám investice do budoucna zajistí nižší náklady na výrobu a ochranu životního prostředí. Vysoká kvalita výrobků a snižování ekologické zátěže patří mezi priority firmy Českomoravský štěrk a.s.

Závěrem chci poděkovat firmě Českomoravský štěrk a.s. za poskytnutí materiálů potřebných k vypracování této bakalářské práce, jejím pracovníkům - Ing. Tomáši Červenkově – provoznímu lomů oblasti Olomouc a Chrudim a Ing. Petrovi Kolářovi – hlavnímu konstruktérovi z investičního oddělení.

Seznam použité literatury:

1. RICHTER, J. *Výkleky, Kapitoly z dějin obce*. 1.vyd. Danal, 2003, 48 s.
2. ČESKOMORAVSKÝ ŠTĚRK a.s. – *POPD výhradního ložiska stavebního kamene Výkleky v dobývacím prostoru Velký Újezd 2. etapa dobývání* . ČMŠ, r. 2011. 45 s.
3. Zákon č. 44/1988 Sb., *o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon)*, v platném znění
4. Zákon č. 61/1988 Sb., *o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě*, v platném znění
5. DINTER, O. *Drcení a mletí nerostných surovin*. 1. vyd. Praha 1, 1962. 244 s. ISBN 04-413-84.

Seznam obrázků:

1. Počátky mechanizace kolem roku 1925 (archiv F. Heger)
2. Mapa umístění kamenolomu Výkleky (zdroj ČMŠ)
3. Letecký snímek kamenolomu Výkleky 2009 (zdroj ČMŠ)
4. Tektonická porucha (foto F. Heger)
5. Vrtací souprava Atlas Copco ROC L6 (foto F. Heger)
6. Využití bouracího kladiva (foto F. Heger)
7. Dempr Euclid R 35 a rypadlo Broyt D 600 (foto F. Heger)
8. Pohled na technologickou linku (foto F. Heger)
9. Primární drtírna (foto F. Heger)
10. Sekundární drtírna (foto F. Heger)
11. Sekundární třídírna - třidič CS 86 T (foto F. Heger)
12. Terciární třídírna - třidič SDT (foto F. Heger)
13. Finální úpravna - třidič CS 86 T (foto F. Heger)
14. Návrh technologického schématu primární úpravny (autor F. Heger)
15. Stávající pevný prstový rošt (autor F. Heger)
16. Návrh prstového roštu (autor F. Heger)
17. Obrázek drtiče Sandvik CJ 412 (Sandvik Jaw Crushers)

Seznam tabulek:

Tabulka č. 1: Porovnání výkonností navazujících drtících stupňů

Tabulka č. 2: Tabulka výkonností drtičů (Sandvik Jaw Crushers)

Tabulka č. 3: Rozpis nákladů na rekonstrukci

Seznam příloh:

Příloha č. 1 - Účelová mapa DP Velký Újezd

Příloha č. 2 - Prospekt - Sandvik Jaw Crushers

Příloha č. 3 - Technologické schéma -Výkleky – stávající stav